

DIALOG(R)File 352:Derwent

(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

008429180 **Image available**

WPI Acc No: 1990-316181/199042

**Semiconductor device prodn. with aluminium-diffused region in silicon -
by injecting aluminium ions into wafer, silicon crystal film, and
thermally annealing wafer NoAbstract Dwg 1/2**

Patent Assignee: FUJI ELECTRIC MFG CO LTD (FJIE)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2224326	A	19900906	JP 8945902	A	19890227	199042 B

Priority Applications (No Type Date): JP 8945902 A 19890227

Title Terms: SEMICONDUCTOR; DEVICE; PRODUCE; ALUMINIUM; DIFFUSION;
REGION; SILICON; INJECTION; ALUMINIUM; ION; WAFER; SILICON; CRYSTAL;
FILM; THERMAL; ANNEAL; WAFER; NOABSTRACT

Derwent Class: L03; U11

International Patent Class (Additional): H01L-021/26

File Segment: CPI; EPI

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03248826 **Image available**

MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 02-224326 **[JP 2224326 A]**

PUBLISHED: September 06, 1990 (19900906)

INVENTOR(s): ISHIWATARI OSAMU

APPLICANT(s): FUJI ELECTRIC CO LTD [000523] (A Japanese Company or
Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 01-045902 [JP 8945902]

FILED: February 27, 1989 (19890227)

INTL CLASS: [5] H01L-021/265

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion
Implantation)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1004, Vol. 14, No. 528, Pg. 166,
November 20, 1990 (19901120)

ABSTRACT

PURPOSE: To effectively prevent the outer diffusion of aluminum during the annealing process after aluminum ion implantation without using a protective film by a method wherein, after forming an aluminum atom added region on a semiconductor single crystal substrate by aluminum ion implantation, crystal films comprising the same semiconductor material are formed on the semiconductor substrate surface and then the whole body is annealed.

CONSTITUTION: A silicon substrate 1 is implanted with aluminum ion 2. At this time, a region 3 made amorphous by the ion implantation is formed on the silicon substrate surface. Next, an amorphous silicon film 4 is formed on the silicon substrate surface. Next, the surface amorphous silicon 4 is turned into a single crystallized silicon film 6 by laser beams 5 irradiation. During the annealing process, the amorphous region 3 by the ion-implantation is gradually narrowed finally to be crystallized. The aluminum keeps on seggregating in the amorphous region 3 and after finally crystallized entirely, around 50% of aluminum is diffused in the silicon substrate 1 and the remaining 50% is externally diffused. Through these procedures, the aluminum can be effectively diffused in the semiconductor substrate 1, thereby enhancing the outer diffusion preventive effect of aluminum.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-224326

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)9月6日

H 01 L 21/265

7522-5F H 01 L 21/265

A

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 平1-45902

⑰ 出 願 平1(1989)2月27日

⑱ 発 明 者 石 渡 統 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑲ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 山口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

1) アルミニウムのイオン注入により半導体単結晶基板にアルミニウム原子添加領域を形成したのち、半導体基板表面に同一半導体材料からなる結晶膜を形成し、次いでアニールを行ってアルミニウム拡散領域を形成する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、アルミニウムのイオン注入によりシリコン半導体基板にアルミニウム不純物拡散領域を形成する半導体装置の製造方法に関する。

(従来の技術)

シリコン半導体基板にp型不純物領域を形成する場合、ドーパントとして周期律表のⅢ族元素、特にほう素、ガリウム、アルミニウム等が使用される。この中でアルミニウムはシリコン中で拡散係数が最も大きく、ほう素やガリウムに較べ拡

散時間が短く低濃度で深い拡散層を形成できるので、高耐圧が要求されるシリコン半導体素子を製造するのに最も適した元素といえる。

しかし、アルミニウムの拡散領域をイオン注入法により形成しようとする、アルミニウムイオンの注入がシリコン半導体基板の表面に集中したり、またシリコンの格子欠陥を起こすので、アルミニウムを電気的に活性化するためにアニール工程が必要であり、このアニール工程で半導体基板中のアルミニウムが基板外に放出される外方拡散が生じ、所期の不純物濃度が得られないという問題がある。この問題を解決する方法として、本出願人の特許出願にかかる特願昭62-310504号明細書に記載のように、アルミニウムのイオン注入によりシリコン半導体基板にアルミニウム不純物添加領域を形成したのち、その半導体基板表面に第一の酸化膜、窒化膜および第二の酸化膜を順次被覆し、次いでアニールを行う。この方法では緻密な窒化膜が外方拡散を防止するもので、第一の酸化膜は半導体基板と窒化膜と緩衝層として役立

ち、第二の酸化膜は第一の酸化膜と均質して窒化膜中への熱応力の発生を防止するのに役立つ。

(発明が解決しようとする課題)

上記のような緻密な保護膜形成により外方拡散を防止する効果は、アルミニウムイオン注入の場合に関しては比較的小さい。例えば、シリコン単結晶にアルミニウムイオンを60kVの加速電圧で 1×10^{15} ions/cm²注入し、保護膜として窒化けい素を用い、1250℃で16時間アニールした場合、95%が外方拡散する。その理由は、アルミニウムイオン注入により、基板単結晶が非晶質化し、この非晶質層がアニールした際、単結晶との界面からエピタキシャルに再結晶してゆく過程でアルミニウムは表面側に偏析し、ほとんどが外方拡散するためである。

本発明は、上述のように保護膜によらないでアルミニウムイオン注入後のアニール時のアルミニウムの外方拡散をより効果的に防止する半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

入条件は加速電圧40~60kV、ドーズ量 $5 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{15}$ 原子/cm²、イオン種 Al^+ である。この際、シリコン基板表面にイオン注入による非晶質化領域3が形成される(図(a))。次にシリコン基板表面に非晶質シリコン膜4を形成する(図(b))。なお、この非晶質シリコン膜4の形成は、例えばシランガス(SiH₄)などの気相成長法により、600℃以下の温度で行う。これは、600℃以上ではアルミニウムの外方拡散が生じるためである。また非晶質シリコン膜4の厚さは、後述するレーザー照射で結晶化させることと、 Al イオン注入による非晶質化領域3へのレーザー照射による熱影響を最小限にすることとを考えあわせ決定するが、通常は0.5~1μm程度が望ましい。次にレーザー光5の照射により、表面非晶質シリコン膜4を単結晶化シリコン膜6とする(図(c))。アニールは、1200~1250℃、窒素雰囲気中で10~30時間実施する。アニールの過程でイオン注入による非晶質化領域3は再結晶化により次第に狭まり、最終的には全て結晶化する(図(d))。アルミニウムは非晶質領域に

上記の目的を達成するために、本発明の半導体装置の製造方法は、アルミニウムのイオン注入により半導体単結晶基板にアルミニウム原子添加領域を形成したのち、半導体基板表面に同一半導体材料からなる結晶膜を形成し、次いでアニールを行ってアルミニウム拡散領域を形成する工程を含むものとする。

(作用)

イオン注入による半導体単結晶基板のアルミニウム原子添加領域の表面が同一半導体の結晶膜で覆われ、イオン注入の際に生ずる非晶質化領域の再結晶化は、基板単結晶側からばかりでなく、表面の結晶膜からも進行する。従って、イオン注入による非晶質化領域の中央部にアルミニウムの偏析が進むため、再結晶化過程での顕著な外方拡散を防ぐことができる。

(実施例)

第1図(a)~(d)は本発明の一実施例の工程を概念的に示す。まず、シリコン基板1にアルミニウムイオン2を注入する(図(a))。この時のイオン注

入条件は加速電圧40~60kV、ドーズ量 $5 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{15}$ 原子/cm²、イオン種 Al^+ である。この際、シリコン基板表面にイオン注入による非晶質化領域3が形成される(図(a))。次にシリコン基板表面に非晶質シリコン膜4を形成する(図(b))。なお、この非晶質シリコン膜4の形成は、例えばシランガス(SiH₄)などの気相成長法により、600℃以下の温度で行う。これは、600℃以上ではアルミニウムの外方拡散が生じるためである。また非晶質シリコン膜4の厚さは、後述するレーザー照射で結晶化させることと、 Al イオン注入による非晶質化領域3へのレーザー照射による熱影響を最小限にすることとを考えあわせ決定するが、通常は0.5~1μm程度が望ましい。次にレーザー光5の照射により、表面非晶質シリコン膜4を単結晶化シリコン膜6とする(図(c))。アニールは、1200~1250℃、窒素雰囲気中で10~30時間実施する。アニールの過程でイオン注入による非晶質化領域3は再結晶化により次第に狭まり、最終的には全て結晶化する(図(d))。アルミニウムは非晶質領域に

偏析してゆくが、最終的に全て結晶化した後はシリコン基板中に約50%が拡散し、約50%は外方拡散する。

(発明の効果)

アルミニウムをイオン注入した上面に、例えば非結晶膜を積層後レーザー光照射することにより結晶膜を形成し、イオン注入の際に生ずる非晶質化層を結晶基板と結晶膜ではさむことにより、アニールの際アルミニウムは両側から狭まっていく非晶質化領域に偏析し、外方へ拡散する分を50%に抑えることができる。これにより半導体基板中に効果的にアルミニウムを拡散させることができる。なお、本発明による方法に加えて、前記特許出願のSiO₂/SiN/SiO₂構造の拡散防止保護膜被覆を併用すれば、アルミニウムの外方拡散防止効果は

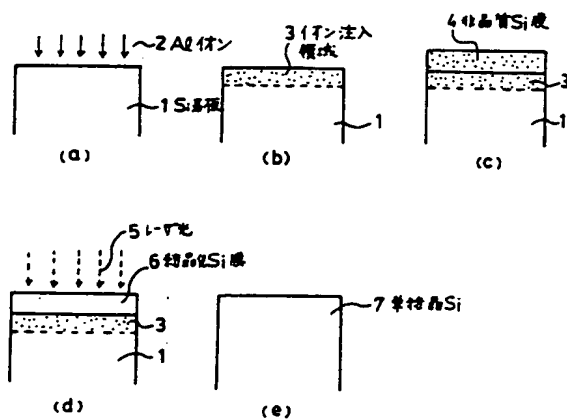
さらに向上する。

4. 図面の簡単な説明

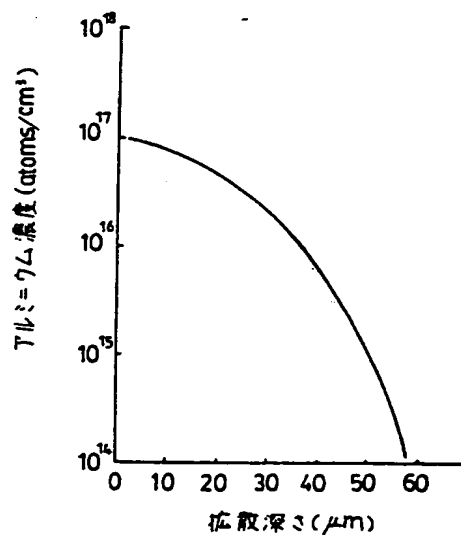
第1図(a)～(e)は本発明の一実施例の工程を概念的に順次示す断面図、第2図は本発明の一実施例により得られたシリコン基板中のアルミニウムの濃度分布図である。

1: シリコン基板、2: アルミニウムイオン、3: イオン注入領域、4: 非晶質シリコン膜、5: レーザ光、6: 結晶化シリコン膜、7: 単結晶シリコン。

代理人弁護士 山口 康



第1図



第2図